1883

(Aus dem pharmakologischen Institut.)

Lane Medical Library

Experimentelle Studien

über den

Einfluss des Ozons auf das Gehirn.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt

der hohen medicinischen Facultät

der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn

und mit den beigefügten Thesen öffentlich vertheidigt

am 7. März 1883, Mittags 12 Uhr

von

August Meyer
aus Schoenecken.

Bonn,
Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi
1883.

Meinem lieben Vater.

So lange die jetzige Ordnung in unserer Atmosphäre besteht, so lange also elektrische Entladungen, stille oder laute, in ihr geschehen, so lange unter dem Einflusse des Sonnenlichtes grosse Mengen Wasser in zahllose kleinste, sich an einander reibende Stäubchen aufgelöst werden: ebenso lange sind die Bedingungen für das Entstehen von Ozon vorhanden. Die Menschen haben es eingeathmet und sich vielleicht oft dadurch erfrischt gefühlt. Instinctiv sind sie nach jenen Orten geeilt, wo die Luft die frische, eigenthümliche Zugabe des sehr verdünnten Ozons in sich trägt. Dennoch hat es bis zum vierten Decennium unseres Jahrhunderts gedauert, bis die Entdeckung dieses so nahe liegenden und so oft wahrgenommenen Gases möglich wurde. Denn wenn auch schon van Marum[1]) 1785 die Enstehung eines eigenthümlichen Geruches beim Durchschlagen des elektrischen Funkens durch „dephlogisirte Luft“ i. e. durch Sauerstoff bemerkt zu haben und diesen auf eine noch unbekannte Gasart zurückführen zu müssen glaubte, so können doch diese und ähnliche Beobachtungen kaum mehr denn Ahnungen einer später zu machenden wichtigen Entdeckung genannt werden. Diese war dem Baseler Chemiker Schönbein, einem geborenen Württemberger, vorbehalten, welcher 1840 mit den ersten Veröffentlichungen über einen neuen, von ihm aufgefundenen gasförmigen Körper, den er schon damals mit dem heute noch gebräuchlichen Namen bezeichnete, hervortrat und bereits ziemlich genaue Angaben über den Charakter und die Eigenschaften desselben hinzufügte.

Seit dieser Zeit beschäftigte sich nun eine grosse Anzahl von Forschern mit dem Gegenstande, die Literatur mehrte sich fast von Monat zu Monat, es erhob sich vor allem ein ziemlich

---

1) Beschreibung einer Elektrisirmaschine von Martinus van Marum. Deutsche Uebersetzung, Leipzig bei Schweikert 1786, I. Theil 25 und 28. I. Fortsetzung 1788, 39.

heftiger und lange dauernder Streit über die chemische Natur und Zusammensetzung des Gases, was sich leicht daraus erklärt, dass man dasselbe niemals isolirt darzustellen im Stande war, eine Schwierigkeit, der wir auch heute noch ebenso machtlos wie damals gegenüberstehen. Doch ist hier nicht der Ort, näher darauf einzugehen, wie theils durch eigene theils durch fremde Beobachtungen Schönbein mehrmals gezwungen war, seine Anschauungen über die fragliche Gasart zu modificiren. Ich verweise in dieser Hinsicht auf die Abhandlung von C. Engler[1]), in welcher ein genauer und übersichtlicher Rückblick auf die Geschichte des Ozons zu finden ist. Es sei mir hier nur gestattet, in Kürze den heutigen Standpunkt der Chemie mit Rücksicht auf das Ozon darzulegen.

Auf mathematischem Wege hat Clausius[2]) die Ueberzeugung gewonnen, dass Ozon Sauerstoff sei, in welchem 3 Atome zu einem Molekül verdichtet seien. Sodann hat Soret[3]) 1865 auf Grund von chemischen Versuchen die Richtigkeit dieser Ansicht erkannt. Er bewies, dass das Ozon nur eine molekulare Modification des Sauerstoffs sei, dass ferner bei der Umwandlung des gewöhnlichen inerten Sauerstoffs in Ozon eine Volumabnahme stattfinde und zwar so, dass 3 Volumina Sauerstoff 2 Vol. Ozon geben. Diese Versuche wurden bestätigt von Weltzien[4]), Than[5]), Brodie[6]) und anderen, und es kann gegenwärtig als durchaus feststehend betrachtet werden, dass, wenn wir das Molekül des Sauerstoffs, wie er in der atmosphärischen Luft vorkommt, als O_2 bezeichnen müssen, dem Ozon die Molekularformel O_3 zukommt, wobei man sich vorstellt, dass, während im Luftsauerstoff die zweiwerthigen Atome sich gegenseitig binden, also O=O, im Ozon von den dort vorhandenen drei Sauerstoffatomen je eins derselben

---

1) Leopoldina, Amtliches Organ der Kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher. Heft XV: Historisch-kritische Studien über Ozon von C. Engler.

2) Poggend. Annal. CIII, 644.

3) Compt. rend. LVII, 604. Annal. d. Chem. u. Pharm. CXXX, 95.

4) Annal. d. Chem. u. Pharm. CXLII, 107.

5) Journ. f. pract. Chem. N. F. I, 145. Chem. Centr.-Bl. 1870, 385.

6) London Roy. Soc. Proceed. XX 472.

mit je einer Verwandtschaft an das benachbarte Atom herantritt, was sich durch Strukturformel also etwa so ausdrücken lässt O—O
\ /
O

Da nun nach dem Gesetze von Avogadro gleiche Volumina aller Gase gleich viel Moleküle enthalten, vorausgesetzt dass Temperatur und Druck gleich sind, so folgt daraus, dass, wenn von zwei gleich grossen Räumen der eine mit O_2, der andere mit O_3 gefüllt ist, letzterer 1,5 mal so viel Sauerstoffatome enthält als der erstere. Naturgemäss folgt ferner, 1) dass, wenn für O_2 das Molekulargewicht 32 als erwiesen angesehen werden darf, dasjenige des O_3 48 sein muss und 2) dass das specifische Gewicht des Ozons 1,5 mal so gross ist, als das des Sauerstoffs, da die specifischen Gewichte, wie sich aus einer naheliegenden Consequenz des Avogadro'schen Gesetzes ergibt, den Molekulargewichten proportional sind.

Das Ozon ist nun ein leicht sich spaltender Körper, und seine Zersetzung geht in der Weise vor sich, dass zwei Atome den atmosphärischen Sauerstoff bilden, während das dritte, frei gewordene mit grosser Energie sich zu sättigen d. h. mit einem anderen Körper eine neue Verbindung einzugehen bestrebt ist. Dies erklärt unschwer die viel stärkere Oxydationskraft des Ozons als des gewöhnlichen Sauerstoffs.

Es macht diese energisch oxydirende Wirkung es aber auch leicht begreiflich, dass Ozon eingeathmet einen heftigen Reiz auf der Trachealschleimhaut setzt und so je nach der grösseren oder geringeren Menge des Gases mehr oder weniger starke Hustenparoxysmen auslöst.

Diese Beobachtungen liessen bald die Anschauung Boden gewinnen, dass das Ozon zu den irrespirabeln Gasen gehöre. Den Höhepunkt dieser Ansichten finden wir von Liebreich[1]) vertreten, der das Ozon vollständig mit dem Chlor parallelisirt und ihm auch ähnliche Wirkungen zuschreibt. Er sagt unter Anderem folgendes: „Das Ozon ist ein vollkommen labiler Körper, welcher beim Contact mit Gewebsflüssigkeit sich sofort zerlegt, indem sich Sauerstoff abspaltet. Dieser freie Sauerstoff ist in dem status nascendi; er oxydirt sehr schnell, und er wirkt nur, wenn er an

1) Deutsche medic. Wochenschrift 1880 Nr. 24.

Ort und Stelle äusserlich auf das Gewebe kommt, gar nicht anders, als wenn wir verdünntes Chlor oder ein anderes oxydirendes Mittel anwenden. Wenn wir also Ozon einathmen — und ich setze voraus, dass wir es wirklich haben — so wird in der Mundschleimhaut, in der Trachea das Ozon vollkommen zerlegt, es wirkt irritirend, und Sie können beobachten, dass concentrirte Quantitäten von Ozon dieselben Reizerscheinungen hervorbringen wie Chlor. Wie kann man also, wenn man von einer Substanz genau weiss, dass sie auf dem ersten Wege zerstört wird, annehmen, dass sie eine therapeutische Wirkung ausübe? Es gibt bis jetzt kein Mittel, wodurch wir Ozon in die Blutbahn hineinbekommen, d. h., wenn wir Ozon in die Blutbahn hineinbekämen, so würde dasselbe geschehen, wie wenn wir Wasserstoffsuperoxyd aufnehmen; es würde sich Sauerstoff abspalten, es würde Sauerstoffbläschen bilden, welche der Athmung hindernd in den Weg treten.“

Dass Ozon, wenigstens im freien Zustande, im Körper nicht vorkommt, also ein dem menschlichen und thierischen Organismus fremdes Gas ist, darf wohl nicht mehr in Zweifel gezogen werden. Aber auch zugegeben, dass die lebendigen Gewebe normaler Weise kein Ozon enthalten, so darf dasselbe doch auf der andern Seite nicht als so enorm giftig bezeichnet werden, wie es von Liebreich geschieht. Wir beobachten vielmehr dasselbe Verhalten, wie bei allen unseren organischen und anorganischen Giften. Sie üben nur dann einen nachtheiligen Einfluss auf den Organismus aus, wenn sie in hinreichender Menge zur Action gelangen, während dieselben Körper in geringerer Dosis angewandt, uns als höchst schätzenswerthe Arzneimittel dienen. Auch muss schon die Thatsache, dass wir ja in der Atmosphäre Ozon athmen und die fernere Thatsache, dass wir uns in ozonhaltiger Luft besser befinden, Zweifel gegen die oben dargelegte Anschauung aufkommen lassen.

Wenn wir von diesem Gesichtspunkte an die Prüfung der Ozonwirkungen herantreten, so gelangen wir wirklich zu ganz anderen Resultaten, und dürfen jedenfalls die Möglichkeit, dass das Ozon jemals eine therapeutische Verwendung finden könne, keineswegs so a priori von der Hand weisen, wie es Liebreich[1])

1) l. c.

thut, ohne dass ich damit gesagt haben will, dass es nach dem heutigen Stande der Ozonfrage und auch aus den nachstehenden experimentellen Studien möglich sei, sofort und als nächste Consequenz einen Nutzen für die Therapie zu ziehen.

Während man bisher das Ozon eigentlich nur in toxicologischer und hygienischer Beziehung kennt, wo also in dem einen Falle dasselbe in grösster Concentration, in dem anderen in fast homöopathischer Verdünnung zur Verwendung kommt, fehlt eine Zwischenstufe vollkommen.

Herr Prof. Dr. Binz, der die bis in die neueste Zeit noch herrschende Anschauung, dass Chlor unmöglich in disponibelem Zustande in den Kreislauf eindringen könne, widerlegte[1]), kam nun zunächst auf den Gedanken, dass wegen der in mancher Beziehung existirenden Verwandtschaft zwischen Chlor und Ozon vielleicht auch in dem gedachten Punkte eine Uebereinstimmung bestehe, worin er noch, mit anderen Untersuchungen über Ozon beschäftigt, durch thatsächliche Beobachtungen bestärkt wurde.

Es wurde deshalb durch experimentelle Untersuchungen der Sache näher zu treten versucht, und wurde ich durch die Güte des Herrn Prof. Dr. Binz mit der Anstellung eines Theiles der Versuche betraut. Eine vorbereitende Anzahl derselben fand ich bereits vor. Das Resultat dieser Studien erlaube ich mir im Folgenden genauer mitzutheilen und eventuell Schlüsse daraus zu ziehen, soweit dies aus den bis jetzt vorliegenden Beobachtungen und früher eruirten Thatsachen möglich ist.

Versuchsreihe.

Um reines Ozon, d. h. ozonisirte Luft ohne irgend welche Beimengungen, die etwa störend zu wirken im Stande wären, zu erhalten, darf man sich nicht der verschiedenen bekannten chemischen Darstellungsweisen bedienen, sondern man wird stets nur auf elektrischem Wege und zwar durch sogenannte stille Entladungen dasselbe zu gewinnen suchen.

Der bei allen nachstehenden Versuchen benutzte Apparat ist kurz folgender: Eine W. Siemens'sche Röhre für stille Ent-

1) Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie 1880. Bd. 13 S. 139.

ladungen, welche einen Dickendurchmesser von 2,5 ctm und Metallbeläge von ca. 30 ctm Länge hatte, wurde von 2—4 Bunsen'schen Elementen und einem Ruhmkorff'schen Inductionsapparat versorgt. Die Zahl der Elemente variirte, je nachdem man eine stärkere oder schwächere Ozonentwickelung wünschte. Später wurden diese Bunsen'sche Elemente durch eine entsprechende Anzahl der Grove'schen Zink-Platin-Elemente ersetzt und statt der Siemens'schen Röhre der Kolbe'sche Apparat für stille Entladungen verwandt, der im Princip von der erstern durchaus nicht verschieden ist: an Stelle der Metallbeläge ist hier als leitendes Medium Schwefelsäure gewählt. Die durch die Siemens'sche Röhre resp. die Kolbe'schen Glascylinder hindurchzutreibende Luft musste, um von etwaiger Feuchtigkeit und anderen Verunreinigungen befreit zu werden, zunächst einen Glascylinder passiren, welcher bis zu einer Höhe von etwa 20 ctm mit grobpulverisirtem Chlorcalcium gefüllt war und oben und unten einen Pfropfen von Glaswolle enthielt. Jenseit des Apparates, in welchem das Ozon gebildet wurde, war meist ein angefeuchteter Streifen von Jodkaliumstärkepapier eingeschaltet, damit man stets über die prompte Leistung des ganzen Systems ausser Zweifel sein konnte.

Die meisten Forscher, die sich mit dem Ozon beschäftigt haben, — und deren Zahl ist keine geringe — scheint merkwürdiger Weise stets mit so starken Strömen gearbeitet zu haben, dass sie blos die toxische Wirkung desselben kennen lernten: acuteste Entzündung von Kehlkopf, Luftröhre und Lunge und sehr rascher Tod durch Lungenödem. Der einzige Anklang an das, was durch die folgenden Versuche festgestellt ist, findet sich bei Eulenberg[1]), welcher berichtet, dass ein Thier nach mehrstündigem Einathmen ozonisirter Luft betäubt geworden sei und nachher in reguläre Luft gesetzt, bald wieder normale Respiration bekommen habe. Alle anderen Mittheilungen ähnlicher Art scheinen von den betreffenden Forschern stets als ein dem Tode kurz vorausgehender comatöser Zustand gedeutet worden zu sein.

Es wurden meine Versuche nun zunächst mit Thieren begonnen und zwar erstreckten sich dieselben auf Tauben, Mäuse,

1) Handbuch der Gewerbe-Hygiene, 1876, S. 93.

Kaninchen, Hunde und Katzen, wobei sich ergab, dass die Reactionsfähigkeit der einzelnen Arten eine ausserordentlich verschiedene ist. Alle aber zeigten, nur graduell verschieden, dasselbe Bild: nämlich einen unverkennbaren Zustand von Ermüdung, eine Art Halbschlaf, der sich bei den am besten reagirenden Thieren, dem Kaninchen und der Katze, mit Leichtigkeit zu einem ziemlich vollständigen Schlafe steigern liess. Wurde der Versuch dann unterbrochen und das Thier wieder in frische Luft gebracht, so konnte man sehr bald das ganze normale Verhalten desselben ohne irgend welche Reizerscheinungen wahrnehmen, vorausgesetzt natürlich, dass der Ozonstrom nicht zu stark gewesen. Diese Beobachtung wurde nach sofortiger Tödtung des Thieres durch den Sectionsbefund durchaus bestätigt, wenn nur dafür gesorgt wurde, dass das Stadium der Agonie möglichst kurz war. Ist letzteres nicht der Fall, so kann man sich leicht überzeugen, dass auch bei einem vorher ganz gesunden Thier in allen Theilen der zarten Luftwege zahlreiche Hämorrhagien sich finden. Hat man dagegen die genannte Vorsichtsmassregel gebraucht, so ist an den Schleimhäuten der respiratorischen Bahnen bei dem Thiere, welches Ozon geathmet hat, keine Spur einer Hämorrhagie zu sehen, überhaupt unterscheiden sich die Luftwege dieses Thieres von denen eines ebenso getödteten normalen in keiner Weise.

Alle derartigen Experimente wurden so angestellt, dass das betreffende Thier unter eine grosse, auf der Unterlage luftdicht schliessende Glasglocke gebracht wurde, deren Grösse ausreichend war, dass sich das Thier in jeder beliebigen Stellung unter derselben aufhalten und auch bewegen konnte. Der Raum innerhalb der Glasglocke stand durch eine Glasröhre mit dem Ozon erzeugenden Apparat in Verbindung; durch eine andere mit einem an die städtische Wasserleitung sich anschliessenden Saugapparat, vermittelst dessen man jeden beliebigen Ventilationsgrad unter der Glocke erzielen konnte. Die Stärke seiner Wirkung konnte bequem an einem eingeschalteten Kölbchen mit Wasser erkannt werden.

Hier möchte ich gleich dem Einwand begegnen, dass die ganze Serie der an Thieren gemachten Beobachtungen einfach auf Kohlensäurevergiftung in Folge von mangelhafter Ventilation zurückzuführen sei. Es wurden um eine Täuschung vorzubeugen

wiederholte Controlversuche angestellt, der Art, dass das Thier unter ganz denselben Bedingungen mehrere Stunden sich aufhielt, nur dass statt der ozonisirten gewöhnliche atmosphärische Luft durchgesogen wurde. Es konnte hierbei niemals etwas Abweichendes gegenüber dem vorherigen Verhalten des Thieres constatirt werden.

Es sei mir erlassen, hier genauer auf die einzelnen am Thiere gemachten Beobachtungen einzugehen. Sobald das Irrige der bisherigen Anschauungen über Irrespirabilität und enorme Giftigkeit des Ozons — selbst in mässiger Verdünnung — durch Versuche an Thieren festgestellt war, konnte man ruhig zu solchen am Menschen übergehen, und hier wiederholen sich alle dort wahrgenommenen Erscheinungen, oder sie werden nur noch deutlicher. Ich beginne daher gleich damit, die am Menschen beobachteten Thatsachen, sowie sie bei den Versuchen jedesmal aufgezeichnet wurden mitzutheilen und möchte, ohne einem besonderen Eintheilungsprincip zu folgen, einfach eine historische Reihenfolge innehalten, d. h. die einzelnen Personen nach einander aufführen, wie sie sich mir zu den Versuchen gerade boten, doch so, dass jedesmal die mit demselben Herrn angestellten Versuche zusammen berichtet werden.

Hinsichtlich der speciellen Versuchsanordnung sei noch bemerkt, dass die betreffenden Herren, welche die Freundlichkeit hatten, sich zu den vorliegenden experimentellen Studien zur Disposition zu stellen, bei einem Theil der Versuche in horizontaler Lage mit etwas erhöhtem Kopfe sich befanden und eine Gesichtsmaske trugen, wie sie heut zu Tage bei den meisten pneumatischen Apparaten verwandt wird. In diese wurde durch eine Glasröhre die ozonisirte Luft hineingeleitet, doch so, dass nebenher noch reichlich Raum zur Exspiration war. Diese Glasröhre stand nach rückwärts direkt in Verbindung mit dem Ozon erzeugenden Apparat, durch welchen mittelst Gummiballons atmosphärische Luft, die vorher den erwähnten Chlorcalciumcylinder passirt hatte, durchventilirt wurde. Wo im Nachstehenden nichts genaueres angegeben ist, wurde diese Methode gewählt. Ihre Anwendung erfordert jedoch eine gewisse Vorsicht, da sie einzelne Unannehmlichkeiten hat, welche wenigstens für den, der mit derselben noch nicht vertraut ist, leicht Störungen, ja sogar voll-

ständig negative Resultate zur Folge haben können. Empfehlenswerther ist es, die Anordnung in der Weise zu modificiren, dass die Versuchsperson auf einem Stuhle sitzt, während die Röhre, aus welcher das Ozon ausströmt direkt gegen die Inspirationsöffnungen des Betreffenden gerichtet ist. Zunächst ist es ja bekannt, dass manche Menschen in der Rückenlage in Folge des vermehrten Blutzuflusses zur Schädelhöhle in grösserem oder geringerem Grade psychisch alterirt werden, wenn nicht der Kopf durch hohe Unterlagen die übrigen Körpertheile wesentlich überragt. Ausserdem ist die auf dem Gesichte ruhende Maske für den einen oder andern, wenn auch nicht ungenehm, so doch auch nicht gerade sehr angenehm, und ist nach meiner Ansicht gelegentlich sehr wohl im Stande, das Eintreten der sonst wahrzunehmenden Symptome zu beeinflussen oder gar zu verhindern.

Die letztere Methode hat dann aber vor Allem den Vortheil, dass die Quantität des einzuathmenden Ozons durch Vermehren oder Vermindern der Entfernung des Inhalirenden von der Ausflussröhre sehr bequem variirt werden kann. Auch könnte vielleicht bei den in Rückenlage angestellten Versuchen eher der Einwand gemacht werden, dass in dieser Anordnung an sich ein begünstigendes Moment für die unten mitgetheilten Beobachtungen zu suchen sei.

Der erste nun, welche die Güte hatte, der Wissenschaft ein Opfer zu bringen, das voraussichtlich geeignet war, zur Rectification bisheriger falscher Anschauungen beizutragen und zugleich neue Gesichtspunke zu liefern, war der Privatdocent in der medicinischen Facultät der rheinischen alma mater, Herr Dr. Hugo Schulz, indem er sich bereitwilligst zum Inhaliren des Ozons anbot. Ein glücklicher Zufall wollte es, dass gerade dieser Herr vorzüglich für das Ozon empfänglich war und die bei anderen mehr oder weniger ausgesprochenen Symptome ausserordentlich prägnant darbot.

1. Versuch.

Herr Dr. H. Schulz, 28 Jahre alt, athmete, auf einem mit einer weichen Unterlage bedeckten Tische liegend, den ziemlich kräftigen Ozonstrom ein. Das Gas war durch den Geruch sehr deutlich wahrzunehmen und zersetzte Jodkalium augenblicklich.

Nach einer 12 Minuten dauernden Ozoninhalation liessen sich leicht Zeichen von herannahendem Schlafe erkennen und nach weiteren 3 Min. war Herr Dr. S. fast bewusstlos, hatte die Lider geschlossen und machte ganz den Eindruck wie ein regulär Einschlafender. Nachdem darauf der Strom unterbrochen war, genügten einige Sekunden zur vollständigen Erholung.

Ganz unter denselben Bedingungen wie vorher unterzog sich einige Tage später Herr Dr. S. einem

2. Versuch.

Hier beobachtete man schon nach 7 Min. heiteren Gesichtsausdruck und Lachen. Dass nach etwa 10 Min. ein traumartiger Zustand vorhanden war, ging aus einzelnen confusen Aeusserungen an den Diener des Instituts hervor. Auch jetzt kehrte nach Unterbrechung des Stromes sehr bald das ganz normale Verhalten zurück. Das subjektive Befinden wurde als sehr behaglich bezeichnet, und es wurde in keiner Weise über Unbehagen durch das Gas geklagt. — Bei einem

3. Versuch

an derselben Person angestellt, wurden statt der früheren 2 Elemente wegen Stromschwäche 4 einschaltet, während die übrige Anordnung dieselbe blieb. Nach kurzer Dauer der Ozoninhalation begann das Traumsprechen wieder, und da die verschiedenen unzusammenhängenden Aeusserungen sehr hübsch die gewissermassen narcotisirende Kraft des Ozons darthun, so sei mir das zu Protokoll Verzeichnete hier wörtlich anzuführen erlaubt. Der Versuch wurde begonnen Vormittags 10 h 25′. Bei einem kräftigen Druck auf den Ventilator um 10 h 42′ sagte Herr Dr. S.: „Sie brauchen mich nicht so anzuhusten, ich bin noch wach;“ und 10 h 46′ „Das Zeug riecht nach Firniss.“ Darauf unter Lachen 10 h 48′ „Jetzt könnten wir mal eins singen.“ Endlich 10 h 53′ „Ich habe argen Hunger.“ Um 10 h 55′ wurde der eingeschaltete Dubois'sche Schlüssel geschlossen, sodass kein Ozon, sondern nur mehr atmosphärische Luft durch den Apparat dem Ozonisirten entgegengeblasen wurde. Nach etwa einer halben Min. erwachte derselbe darauf mit den Worten: „Es kommt ja nichts mehr.“ Nach dem Aufrichten wurde Gliederschwere empfunden,

und die Athmung in der Ozonatmosphäre als sehr frei und bequem geschildert. Daneben verdient die subjektive Wahrnehmung von Kälte und Frösteln nach Schluss des Versuches erwähnt zu werden.

Dieser Versuch weist uns insbesondere auf die grosse Aehnlichkeit im Athmen von Ozon und Stickoxydul, dem Lust- oder Lachgas Davy's, hin. Es liegt sehr nahe, aus dieser Aehnlichkeit Schlüsse zu ziehen auf das Zustandekommen der alt berühmten Wirkung des Stickoxyduls. Allgemein hat man bisher nur an den Stickstoff im N_2O als Ursache seines bekannten Einflusses gedacht. Wenn ein verwandtes Gas, welches keinen Stickstoff enthält, jenem so gleich ist in seinen Wirkungen, so wird man wohl berechtigt sein, diese als von dem Sauerstoff abhängig zu denken.

Der

4. Versuch

wurde bei sonst gleichen Bedingungen nur in der Weise modificirt, dass Herr Dr. S. das Ventiliren selbst übernahm. Schon nach 4 Min. liess dieser den auf seiner Brust ruhenden Gummiballon fallen und schloss die Lider. Angerufen: „wie geht es Ihnen?" gab er lallend zur Antwort: „Sehr angenehm." Beim Kneifen des Handrückens erfolgte keine Reaction, es schien also die Hautsensibilität herabgesetzt zu sein. Nach $^1/_2$ stündiger Dauer des Versuches erfolgten ein par leichte Hustenstösse. Nachdem der Versuch abgebrochen war, wurde noch einige Minuten lang über ein kratzendes Gefühl im Halse geklagt. Auch blieb in der nächsten halben Stunde noch etwas Müdigkeit zurück. In dem

5. Versuch

ventilirte Herr Dr. S. ebenfalls selbst. Nach 5 Min. war Schwere der Augenlider vorhanden, und eine Min. später entsank der Ballon seiner Hand. Es wurde durch einen Andern weiter ventilirt, der Halbschlaf dauerte noch ca. 5 Min., wo sich wieder Husten einstellte, welches zum Sistiren des Versuches Veranlassung gab. Innerhalb der nächsten 2—3 Min. nach Schluss wurde über Matt- und Uebelbefinden, sowie Brechneigung geklagt. In diesem

Falle war also die eingeathmete Ozonmenge schon zu beträchtlich gewesen.

Bei einem später zur Wiederholung dieser letzten Beobachtung direkt in den Mund geleiteten sehr starken Ozonstrom traten nach 5 Min. energische Reizerscheinungen auf, die sich in heftigem Husten und Würgen wie zum Erbrechen äusserten. Daraus folgt also, dass allerdings Ozon in zu grosser Quantität sehr wohl örtlich und innerlich stark reizend und giftig wirkt, wie dies ja schon lange bekannt war, aber stets bisher als alleinige Ozonwirkung beschrieben wurde.

Beiläufig sei hier bemerkt, dass in den meisten Fällen das subjektive Uebelbefinden, welches durch zu starke Ozonströme hervorgerufen wurde, beim Rauchen einer Cigarre rasch abnimmt und verschwindet, wie ich bei Anstellen dieser Experimente mehrfach zu erfahren Gelegenheit hatte. Es ist zweifellos ein Uebelstand, dass ich nicht durch Zahlen ausgedrückte Masse angeben kann für die Ozonmengen, welche die hier niedergelegten Beobachtungen zu wiederholen ermöglichen; und es wird sicherlich demjenigen, der diese Versuche nachmachen will, anfänglich das eine oder andere Mal passiren, dass er zu starke oder zu schwache Ozonströme anwendet und deshalb mangelhafte oder negative Resultate bekommt. Um dann wenigstens die durch zu grosse Ozonquantitäten bedingten Reizerscheinungen vorerst mildern oder beseitigen zu können, habe ich mir obigen „kleinen Wink für die Praxis“ zu geben gestattet, der nur bei den in der bedeutenden Minorität befindlichen Nichtrauchern unbrauchbar ist.

Dass in der That, wenigstens bei sehr gut reagirenden Personen neben den in den ersten Versuchen allein aufgetretenen Erscheinungen selbst heftige Reizsymptome einhergehen können, beweist der

6. Versuch.

Nach einigen Minuten waren bei Herrn Dr. S. die gewöhnlichen Erscheinungen des Halbschlafes ganz deutlich vorhanden, und es wurde, wie schon im 3. Versuche über Frösteln und Kälte geklagt. Nebenher wurde aber Kratzen im Halse und ein Gefühl von Rauhigkeit in Trachea und Bronchen besonders bei tiefer Inspiration wahrgenommen, ja es war, wozu es sonst nie-

mals gekommen, den nach Schluss des Versuches expectorirten schleimigen Sputa etwas Blut beigemischt.

7. Versuch.

Herr Dr. S. sass in einem Lehnstuhl. Die Temperatur des Zimmers betrug 20° C. Die Ventilation mittelst des Gummiballons wurde in diesem Falle durch einen anderen besorgt. 2 Min. nach Beginn des Versuches konnte man bereits mehrmals ein sehr lebhaftes Zucken der Musculi frontales beobachten. Nach 4 Min. nickte Herr Dr. S. mit dem Kopfe und liess denselben allmählich immer tiefer sinken, ganz wie ein in sitzender Stellung Einschlafender. Gleich darauf aber fuhr derselbe plötzlich heftig auf mit der Frage: „Was war das? Hat mich Jemand mit dem Finger gegen das Gesicht gestossen?“

Eine harmlose Fliege, welche sich auf seine Wange niedergesetzt hatte, war die Urheberin des vermeintlichen Stosses. Es scheint also die Hautsensibilität, die bei längerer oder energischerer Ozonwirkung herabgesetzt wird, (cf. IV) im Anfang gesteigert zu sein, eine Beobachtung, welche sich auch bei anderen Personen wiederholte. Die Ozonathmung wird fortgesetzt, worauf in wenigen Minuten Dr. S. die Lider schliesst, mehrmals lächelt, und endlich sogar sich vollkommen schüttelt vor Lachen. Bemerkenswerth ist hier, dass nach Aufhören der Ventilation und Erwachen nach etwa ½ Min. Dr. S. sich dieses Lachens nicht erinnern kann; und dass er ferner noch den ganzen Rest des Tages deutlich den Ozongeschmack wahrnahm, was dafür spricht, dass das Ozon im Contact mit Flüssigkeit und lebendigem Gewebe keineswegs so leicht und rasch, wenigstens nicht vollständig, zerstört wird.

Der

8. Versuch,

in welchem Dr. S. wieder selbst das Ventiliren übernahm, zeigte keinerlei von den früher gemachten Erfahrungen Abweichendes. Seine Hand erschlaffte nach 8 Min. und liess den Ballon sinken, worauf durch einen anderen weiter gepumpt wurde. Da aber die Gesichtsmaske sich verschoben hatte, so wurde der Versuch abgebrochen: es war nicht zu festem Schlafe, sondern nur zum behaglichen, lichtglänzenden, leichtathmigen Halbschlafe gekommen.

Sehr gut gelungen und instructiv war dagegen noch der

9. Versuch,

der letzte, welcher mit diesem Herrn angestellt wurde. Nachdem unter den gewöhnlichen Bedingungen (der Gummiballon wurde von einem anderen gehandhabt) bei guter Ozonentwickelung und einer Zimmertemperatur von 22° C. der Versuch angefangen worden war, konnte man bereits nach 3 Min. einen heitern Gesichtsausdruck und leichtes Lachen wahrnehmen. Eine Minute später wurde der Handrücken gekniffen, ohne die geringste Schmerzreaction. Auf die laute Anfrage: „fühlen Sie es?“ erfolgte als Antwort nur einiges Gemurmel. Fast während des ganzen Versuches war wiederum ein sehr lebhaftes Zucken der Musculi frontales zu sehen. Die Respiration blieb von Anfang bis zu Ende unverändert 20—22, die Pulsfrequenz desgleichen 76. Nachdem der Versuch ungefähr 10 Min. gedauert hatte, wurde die elektrische Leitung zum Kolbe'schen Apparat unterbrochen, während das Ventiliren wie vorher fortgesetzt wurde; schon in wenigen Sekunden erwachte die Versuchsperson.

Nach einer Pause von 5 Min. wurde die Ozoninhalation noch weitere 7 Min. fortgesetzt. Nach Ablauf derselben gab Dr. S. an, zuletzt nur das Gefühl angenehmer Gleichgültigkeit gehabt zu haben; auch war nachher noch mehrere Minuten das Bedürfniss zu gähnen vorhanden.

Auffallend in diesem Versuche ist das rasche Einschlummern dieser Versuchsperson gegenüber den früher bei ihr gemachten Erfahrungen, wo es zum Erzielen eines ähnlichen Effekts, wie hier, durchschnittlich 9—10 Min. bedurfte. Vielleicht erklärt sich das dadurch, dass ungefähr während 3 Wochen vor diesem Versuche Herr Dr. S. fast keine Alkoholika zu sich genommen hatte und das Gehirn demnach dem narcotisirenden Einfluss leichter zugänglich war.

Der Zweite nun, welcher zur weiteren experimentellen Prüfung der an Herrn Dr. S. beobachteten Thatsachen bereitwilligst sich zur Verfügung stellte, war Herr Dr. med. Graham Watts aus London, 32 Jahre alt. Die klinisch so oft bewahrheitete Regel, dass ein seltener und deshalb meist interessanter Fall gewöhnlich, wenn er einmal zur Beobachtung kommt, in nächster Zeit einen

parallelen im Gefolge hat, bestätigte sich auch hier. Herr Dr. W. reagirte nämlich ungefähr ebenso oder noch empfindlicher auf das Ozon, wie sein Vorgänger, was für die Verallgemeinerung der hier wahrgenommenen Ozonwirkungen eine günstigere Prognose für den Augenblick stellen liess, als sie bei den späteren Erfahrungen festgehalten werden konnte.

Ich referire auch hier zunächst die von den einzelnen Experimenten aufgezeichneten Beobachtungen.

10. Versuch.

Herr Dr. W. begann die Einathmung der ozonisirten Luft in liegender Stellung durch die Gesichtsmaske, wie in den vorigen Versuchen angegeben ist. 6 Min. später erfolgte auf die Frage: „Wie fühlen Sie sich? die Antwort: „Sehr bequem". Nach weiteren 4 Min. aber blieb ein ziemlich lautes Anrufen unbeantwortet. Auch beim Berühren der Stirne mit der Frage, ob er es fühle, war nicht die geringste Reaction zu sehen. Es wurde darum 2 Min. nachher der Dubois'sche Schlüssel geschlossen, während der Kautschukballon, wie vorher, weiter arbeitete, so dass nur mehr atmosphärische Luft aus dem Apparat strömte. Etwa 30 Sekunden darauf erwachte die Versuchsperson.

11. Versuch.

Dieser Versuch, der ebenfalls 12 Min. dauerte, lieferte ein sehr ähnliches Resultat. Nach 8 Min. waren die Augenlider geschlossen. Nach 10 Min. wurde dicht an dem Ohr mit lauter Stimme gefragt: „Herr Watts, wie geht's Ihnen?" ohne dass auch hier irgendwelche Antwort zu erzielen gewesen wäre. Desgleichen liess ein kräftiges Reiben des Fingers über die Stirne keinerlei Erfolg gewahren. Dagegen waren mehrfache Bewegungen der Unterkiefermuskel zu sehen. Nach Unterbrechung des Stromes erhob sich Herr Dr. Watts schlaftrunken, ganz wie ein aus tiefem Schlafe Erwachender.

12. Versuch.

Bei diesem dritten, mit Herrn Dr. W. angestellten Versuche, in welchem die Ozonentwickelung sehr gut war, wurden bereits nach 4 Minuten die Augenlider geschlossen und nach 6 Minuten

Fühlen des Pulses, Rufen des Namens, ja sogar Kneifen des Handrückens nicht mehr wahrgenommen. Nur auf sehr lauten Anruf murmelte Dr. W. einige unverständliche Worte. Nach einer Dauer von 8 Minuten wurde dann der Versuch abgebrochen, worauf in 12 Sekunden das Erwachen eintrat. Jetzt klagte Dr. W. über Schmerz in seinem damals etwas lädirten Kniegelenk, welches während des Versuches stark nach aussen rotirt gelegen hatte. Während des Schlafes will er hiervon nichts gefühlt haben.

13. Versuch.

Die Bedingungen waren dieselben, wie im vorhergehenden, nur die Bunsen'sche durch eine Grove'sche Batterie ersetzt. Das Ventiliren wurde in diesem Versuche stets durch einen Andern besorgt. Kaum hatte Herr Dr. W. 6 Minuten unter dem Ozoneinfluss gestanden, so blieben bereits die mit sehr kräftiger Stimme an ihn gerichteten Fragen: „How do you do? How are you?“ ohne jede Reaction; also auch die Muttersprache vermochte dem Ozonisirten keinen Laut zu entlocken. Es waren indess während des Versuches beständig starke Zuckungen der Musculi frontal. et masseter zu bemerken. Auch jetzt erwachte Dr. W. ungefähr $^1/_4$ Minute nach Unterbrechung des Stromes.

Ein ganz ähnliches Resultat, wie hier, wurde auch im nächsten Versuche erzielt, so dass damit von einer Fortsetzung derselben bei diesem Herrn Abstand genommen werden konnte.

14. Versuch.

Der Schlaf war auch jetzt nach 6 Minuten so fest, dass die lauten Anreden: „Bitte, antworten Sie doch! Please answer. Why do 'nt you answer?“ ohne Erwiderung blieben. Der Strom zur Siemens'schen Röhre wurde darauf unterbrochen, während der Kautschukballon weiter arbeitete, und überhaupt alle andern Bedingungen dieselben blieben. Das Erwachen erfolgte wie in Nr. 13. Nach Schluss klagte auch dieser Herr über ein eigenthümliches Kältegefühl (cf. Nr. 3), während die Temperatur des Zimmers 20° C. betrug.

Die ausserordentliche Empfänglichkeit des Herrn Dr. W. auf das Ozon und die durch dasselbe bewirkte tiefe Narcose sind in der That in hohem Grade auffallend, und es wäre mir keineswegs

wunderbar, wenn mir der Einwand gemacht würde, dass durch das beständige leichte Anblasen, vielleicht auch noch durch das Schnurren des Inductionsapparates und dergl. die Versuchspersonen in eine Art hypnotischen Zustandes versetzt worden seien. Darauf ist zunächst zu erwidern, dass, wenn auch ganz geräuschlos die Kette unterbrochen wurde, bei Bestehenbleiben aller andern Verhältnisse, stets in $^1/_4$—$^1/_2$ Minute die betreffenden Personen erwachten, und dass ferner mehrfach bei verschiedenen Herren Controlversuche gemacht wurden der Art, dass ganz dieselben Bedingungen wie bei den Ozonisirungsversuchen vorlagen, also: Anblasen mittelst Ventilator, Schnurren des Ruhmkorff'schen Inductors etc. Es konnte dabei niemals weder subjektiv noch objektiv eine Spur von Abweichung gegenüber dem frühern Verhalten constatirt werden. Daneben ist aber bei Herrn Dr. W. noch speciell die Thatsache von hohem Interesse, dass nach seiner eigenen Aussage mit ihm bereits Hypnotisirungsversuche gemacht worden sind, aber ohne den geringsten Erfolg.

Die Fortsetzung dieser Experimente zeigte nun leider bald, dass die bei diesen beiden Herren, welche als Prototyp einer prompten Ozonreaction gelten könnten, gemachten Erfahrungen sich keineswegs verallgemeinern liessen. Denn die nächsten Herren, welche sich zu diesen Experimenten erboten, liessen die bisher beschriebenen Erscheinungen entweder nur andeutungsweise oder auch gar nicht erkennen.

15. Versuch.

Herr Dr. med. Johannes Mayer, 25 Jahre alt, kräftig und blühend, nahm während einer halbstündigen Ozonathmung nur erleichtertes Athmen wahr, sowie eine geringe Benommenheit des Sensoriums. Herr Dr. M. gab an, niemals in der Rückenlage, in welcher dieser Versuch angestellt wurde, zu schlafen, und es mag, wie oben in den einleitenden Bemerkungen näher ausgeführt ist, dieser Umstand nicht ohne Einfluss auf den Erfolg des Versuches gewesen sein.

16. Versuch.

Bei diesem zweiten Male bewirkte eine $^3/_4$stündige Ozoninhalation gleichfalls zunächst nur „ein gewisses Wohlbehagen und

auffallende Erleichterung der Athmung", dann aber auch „Schwere des Kopfes". Herr Dr. M. wollte übrigens nicht glauben, dass der Versuch so auffallend lange gedauert habe.

Dass auf das vorstehende Resultat die nach Schluss des Versuches wahrgenommene Feuchtigkeit der Ozonröhre, wodurch ein Theil des wirksamen Gases zerstört worden sein könnte, Einfluss gehabt habe, ist nach den übrigen bei diesem Herrn gemachten Erfahrungen zweifelhaft.

17. Versuch.

Bei sehr guter Ozonentwickelung unterwarf sich Herr Dr. J. M. einem dritten Versuch, der über 20 Minuten sich ausdehnte, von Schlaf war auch jetzt keine Spur zu sehen, nur einmal liess jener den Ballon, den er selbst handhabte, los, worauf natürlich weiter kein Gewicht gelegt werden kann. Er bestätigte nach Schluss des Versuches die frühere Beobachtung, in der ozonisirten Luft sehr behaglich zu athmen, „gleich als wenn er weniger Bedürfniss dazu hätte". Der Versuch, durch Näherrücken der Ausflussröhre an den Mund der Versuchsperson einen concentrirtern Ozonstrom zur Action gelangen zu lassen, hatte nach wenigen Min. Kratzen im Halse und Hüsteln zur Folge, was zur Unterbrechung des Stromes Veranlassung gab.

18. Versuch.

Knabe A. B., 12 Jahre alt, empfand nach einer 18 Min. dauernden Ozonathmung nur Schwere der Lider; und hatte ausserdem „das Gefühl im Hinterhaupt, als ob er Bier getrunken habe". Auch hier war beständig ein Zittern der Stirn- und äussern Augenmuskel vorhanden und nach Beendigung des Versuches ein leichtes Kratzen im Halse.

19. Versuch.

Herr cand. med. Theodor Aron, 22 Jahre alt, athmet auf einem Lehnstuhl sitzend den ihm entgegengetriebenen, sehr starken Ozonstrom. Er ventilirte selbst. Die Entfernung seiner Inspirationsöffnungen von der Zuflussröhre wurde wegen des sehr kräftigen Stromes bis 36 ctm. gesteigert, da im Beginn sich ein leichter Hustenreiz einstellte. Das Ozon war nach Herrn A.'s

Angabe während des ganzen Versuches deutlich durch den Geruch wahrzunehmen und der Unterschied gegenüber dem Einathmen nicht ozonisirter Luft ausserordentlich deutlich. Auch dieser Herr schilderte die Athmung als erleichtert und glaubte nach einiger Zeit auf der einen Gesichtsseite eine behagliche Wärme zu empfinden. Nach Schluss des Versuches und Aufstehen war unverkennbar Schwere des Kopfes vorhanden, die noch einige Min. andauerte und von Herrn A. als „Gefühl, ähnlich einem gelinden Kater" beschrieben wurde.

20. Versuch.

Den von 2 Elementen gelieferten ziemlich kräftigen Ozonstrom athmete Herr Aron auf einem Stuhle sitzend in einer Entfernung von 25 ctm. von der Ausflussöffnung blos durch die Nase ein. Den Gummiballon übernahm ich selbst, und zwar suchte ich mit Beginn jeder Inspiration durch einen kräftigen Druck auf den Ventilator die in dem Apparat enthaltene ozonisirte Luft der Versuchsperson entgegenzutreiben. Nach einer $^1/_2$ Stunde wurde die Schwere und Eingenommenheit des Kopfes als eine ziemlich bedeutende bezeichnet und der letztere mehrfach mit den Händen gestützt. Auch das früher wahrgenommene Gefühl von Wärme an den Wangen war, wenn auch nur für kurze Zeit, deutlich vorhanden. Gegen Schluss des Versuches, der genau eine Stunde gedauert hatte, wurden die Augenlider etwas schwer, daneben aber zeigte sich beständiges Hüsteln, so dass von einer Fortsetzung Abstand genommen wurde. Die Schwere des Kopfes verlor sich allmählich, während der Hustenreiz noch etwa $^1/_4$ Stunde fortdauerte.

21. Versuch.

Noch einem dritten, gleichfalls eine Stunde währenden Versuche unterzog sich Herr Aron unter denselben Bedingungen, wie in 20, nur ventilirte er selbst. Das eigenthümliche Gefühl, als ob sich eine behaglich warme Atmosphäre an die Wangen anlegte, fehlte auch diesmal nicht. Neben der, wie gewöhnlich deutlich ausgesprochenen Schwere des Kopfes, die mehrmals ein Stützen desselben erforderte, bestand ein bald schwächerer, bald stärkerer Hustenreiz, der jedoch nicht so heftig wurde, dass er

eine Unterbrechung vor der projektirten Dauer von 1 Stunde nöthig gemacht hätte. Bestimmung der Temperatur in der Achselhöhle zu Anfang und Ende des Versuches ergab nichts Besonderes; dieselbe betrug jedesmal 36,3° C.

Um zu controliren, ob das eigenthümliche Wärmegefühl an den Wangen, welche in allen drei mit diesem Herrn angestellten Versuchen empfunden wurde, durch das direkte Anprallen der ozonisirten Luft hervorgerufen würde, liess Herr A. den eben benutzten Ozonstrom 10 Min. lang die Innenseite seines linken Vorderarmes treffen, unter sonst gleichen Verhältnissen wie vorher. Es wurde hierbei jedesmal nur das Gefühl eines leisen kühlenden Luftstromes, also eher Kälte wie Wärme an der betreffenden Stelle des Armes empfunden.

22. Versuch.

Neben den 3 vorigen Versuchen, welche wenigstens ein befriedigendes Resultat geliefert hatten, darf ich der Vollständigkeit halber auch den letzten bei diesem Herrn angestellten Versuch nicht unerwähnt lassen, welcher leider, wenigstens mit Rücksicht auf die vorliegenden Untersuchungen, ein negatives Eregebniss brachte. Die obige Versuchsanordnung wurde beibehalten, aber die Zahl der Grove'schen Elemente, weil die Ozonentwickelung ausserordentlich schwach war, bis auf 4 gesteigert. Die so erhaltene Ozonquantität scheint jedoch zu beträchtlich gewesen zu sein, denn bereits nach 8 Min. zeigte sich energisches Kratzen im Halse, nach 10 Min. schon Husten, also nach einer so kurzen Dauer der Ozonwirkung, wie sie auch in den vorigen Versuchen niemals genügt hatte, um auch nur eine Spur von depressorischen Erscheinungen zu Stande kommen zu lassen. Dieser Hustenreiz war durch Vergrösserung der Entfernung vom Apparat, also Verminderung der Ozonmenge nicht mehr zum Schweigen zu bringen, steigerte sich im Gegentheil der Art, dass nach kaum 15 Min. es nöthig wurde, den Versuch zu sistiren. — Nach dem Mitgetheilten ist es leicht begreiflich, dass bei einer verhältnissmässig wenig für Ozon empfänglichen Person wie Herrn A. neben so starken Reizerscheinungen und bei einer so kurzen Dauer (natürlich individuell zu verstehen) des Ozoneinflusses von den übrigen früheren Beobachtungen nichts eintreten konnte.

Daran zweifle ich nicht, dass wenn sich z. B. die Herren Dr. Schulz oder Dr. Watts unter denselben Bedingungen befunden hätten, die Erscheinungen von grösserer oder geringerer Depression des Gehirnes nicht ausgeblieben wären, wenn vielleicht daneben auch die Irritationssymptome nicht gefehlt hätten.

Es muss noch hinzugefügt werden, dass, wie mir Herr A. später berichtete, sich auf dem Heimwege bei ihm „ein dumpfes Gefühl im Kopfe“ eingestellt habe, welches gegen 2 Stunden anhielt, und dass ferner den in dieser Zeit entleerten Sputa dreimal etwas Blut beigemischt gewesen sei.

Noch geringere Empfänglichkeit gegenüber dem Ozon, wenigstens soweit es die depressorischen Wirkungen desselben betrifft, bot Herr Dr. Carl Stricker, 23 Jahre alt, dar, während allerdings die Erscheinungen motorischer Erregung, die bei einzelnen Andern beobachtet wurden, sowie die Parästhesien mit Rücksicht auf die Temperatur meist sehr eclatant hervortraten.

23. Versuch.

Die Batterie bestand aus 2 Elementen. Bei einer Zimmertemperatur von 20° C. in einem Lehnstuhl sitzend begann Herr Dr. Stricker die ozonisirte Luft einzuathmen. Nach 3 Min. behauptete er, dass sein Unterkiefer zittere und dass er in den Händen ein Kriebeln, im Kopfe und Gesichte das Gefühl grosser Hitze empfinde. Nach weitern 2 Min. wurde ein ziemlich starker Tremor der Wangenmuskeln bemerkt, während von subjektiver Steifigkeit in denselben berichtet wurde. 10 Min. später glaubte Herr Dr. S., dass die Hände ihm etwas lahm seien. Er gab darauf, als der Strom unterbrochen war, an, das Gefühl grosser Leichtigkeit zu haben, klagte aber einige Minuten nachher über Magenschmerzen und Nausea.

24. Versuch.

Abgesehen davon, dass die Batterie um ein Element verstärkt worden war, wurde in der vorigen Versuchsanordnung nichts geändert. Herr Dr. S. begann die Ozonathmung um 11 h 5′. Bereits um 11 h 8′ wurde Kriebeln an verschiedenen Stellen des

Gesichts angegeben. Um 11 h 10' sagte er: „Es wird einem so lächerlich zu Muthe." Zuckungen der Wangenmuskel waren während des Versuches mehrfach auffallend deutlich und stark. Herr Dr. S. sprach auch noch gegen Schluss von einem Gefühl der Ermüdung, welches nach 2 Min. wieder verschwunden sein sollte. 10 h 15' wurde der Versuch abgebrochen und 11 h 25' noch über Kratzen im Halse uud Brustschmerzen geklagt.

25. Versuch.

Derselbe gab keinerlei neue Anhaltspunkte. Die wiederholten Zuckungen in den verschiedensten Muskelpartieen des Gesichtes wurden auch hier nicht vermisst; und es soll ausserdem eine geringe Ermüdung wahrgenommen worden sein. Der Versuch dauerte ungefähr $^1/_4$ Stunde, und wurde nach Schluss desselben nichts Abnormes bemerkt.

26. Versuch.

Ein gänzlich negatives Resultat brachte der vierte Versuch, welchen sich Herr Dr. S. unterwarf. Trotz einem etwa 40 ctm. betragenden Abstande zwischen der ozonzuleitenden Glasröhre und den Athmungseingängen der Versuchsperson stellte sich nach etwa 20 Min. Kratzen im Halse ein, während bis zu diesem Zeitpunkte von den früher beobachteten Erscheinungen nichts zu sehen war. Die Reizsymptome steigerten sich, so dass nach $^1/_2$ Stunde von der Fortsetzung des Versuches Abstand genommen werden musste. Ausser Brustschmerzen und Kratzen in den Luftwegen wollte Herr Dr. S. keinerlei Wirkung des Ozons verspürt haben.

Die Zahl dieser Versuche ohne Erfolg vermehrte sich noch um drei, von denen je einer bei je einer vorher noch nicht ozonisirten Person angestellt wurde.

27. Versuch.

Herr stud. med. Heinrich Hülshoff, 22 Jahre alt, athmete in Rückenlage mit vorliegender Gesichtsmaske die gut ozonisirte Luft. Während einer 15 Min. langen Dauer konnte weder sub-

jektiv noch objektiv irgend welche Wirkung constatirt werden; nur hatte schon nach 10 Minuten leichtes Hüsteln begonnen. Nach weiteren 10 Minuten wurde dieses stärker, weshalb der Versuch abgebrochen wurde. Innerhalb der nächsten halben Stunde traten noch mehrere energische Hustenparoxysmen auf, und es wurde dabei über geringe Nausea geklagt, sonst aber keine Aenderung gegenüber dem frühern Befinden, also vor Allem kein Einfluss auf das Gehirn bemerkt.

28. Versuch.

Herr stud. rer. nat. Robert Buchfeld, 19 Jahre alt, sass in einem Lehnstuhl etwa 25 ctm. von der ozonzuführenden Röhre entfernt. Der eingeathmete Ozonstrom war ungefähr ebenso stark, wie in Nr. 27. Das Verhalten dieses Herrn erschien während der ersten 20 Minuten durchaus unverändert. Darauf aber gab er an, ausser einem „leichten, tief im Halse sitzenden Kratzen" nichts besonderes zu empfinden. Es wurde darum jetzt die obige Entfernung etwas vergrössert und weniger kräftig ventilirt. Da trotzdem nach $^1/_2$ Stunde sich einmal leichter Husten zeigte, so verzichtete ich auf die Fortsetzung des Versuches und veranlasste Herrn B. sich ins Freie zu begeben, wo er dann noch von mehreren kräftigen Hustenattaquen befallen wurde. Dagegen fehlte in und nach dem Versuche jegliche Wirkung auf das Gehirn.

29. Versuch.

Der Dritte in dieser Reihe, welcher sich bei derselben Versuchsanordnung wie in Nr. 28 einer 20 Minuten langen Ozonathmung unterzog, war der 21 Jahre alte Herr cand. math. Ernst Winnacker. Derselbe gab gegen Ende des Versuches nur an, ein leichtes, tiefsitzendes Kratzen in den Luftwegen zu empfinden. Der Mittheilung, dass er vom Schlusse des Versuches an längere Zeit ein geringes Hitzegefühl im Kopfe gespürt und gleichzeitig „ein eigenthümliches, dumpfes Gefühl gehabt habe, fast als wenn ein sehr leichter Kopfschmerz sich einstellen wolle", möchte ich keine weitere Bedeutung zumessen.

Fast wollte es den Anschein gewinnen, als ob die Misserfolge, d. h. die für diese Untersuchungen irrelevanten Resultate sich

häuften, und dass Personen, welche auch nur eine annähernd ähnliche Empfänglichkeit zeigten, wie die zuerst erwähnten, nur rarissimae aves (sit venia verbo!) wären. Zu meiner Freude wurde in den nächsten Versuchen die Prognose wieder günstiger.

30. Versuch.

Herr Dr. med. Arnold Roos nämlich, 28 Jahre alt, bewies bei diesem ersten Versuche eine ziemlich grosse Empfänglichkeit für das Ozon in mittleren Dosen, wenn ich mich so ausdrücken darf. Denn wenn bei ihm der Schlaf auch etwas später begann und nicht so fest war als bei den Herren Dr. Schulz und Dr. Watts, so war er doch nach ungefähr 20 Minuten in vollem Anzuge. Da mir die grössere oder geringere Reizbarkeit der Luftwege bei diesem Herrn noch nicht bekannt war, und ich das Auftreten von Irritationssymptomen vermeiden wollte, so begnügte ich mich vorerst mit diesem hinlänglich deutlichen Resultate und unterbrach den Strom.

31. Versuch.

Beim zweiten Male ventilirte Herr Dr. R. sich selbst die ozonisirte Luft entgegen. Nach 11 Minuten schloss er die Augenlider, setzte aber das Ventiliren noch in dem früheren Tempo fort, bis es nach 18 Minuten unregelmässiger wurde; er machte jetzt kürzere oder längere Pausen und befand sich sichtlich im Stadium beginnenden Schlafes. Wurden die Pausen zu lang, so dass er kein oder doch nur sehr wenig Ozon mehr aufnahm, dann wachte er halb auf und ventilirte wieder für kurze Zeit regelmässiger. Es wiederholte sich dies während der halbstündigen Dauer des Versuches mehrmals. Nachdem er sich dann aus der Rückenlage erhoben hatte, war er schlaftrunken, erzählte, dass er ungemein leicht geathmet und sich wohl gefühlt hätte, und dass das Abschneiden der ozonisirten Luft ihm in der Brust das subjektive Gefühl mangelnder Leichtigkeit erzeugte.

32. Versuch.

Herr Dr. R. begann unter denselben Bedingungen wie früher diesen dritten und letzten Versuch. Schon nach 6 Minuten schloss er die Lider, musste aber nach 7 Minuten etwas husten, und

damit war natürlich die Sache zu Ende. Herr Dr. R. berichtete darauf, dass der „Schlaf angenehm heranzog", dass er aber durch den Reiz auf der Schleimhaut des Kehlkopfes und der Luftröhre wach gehalten worden sei.

Noch besser und fast in gleicher Weise, wie die beiden im Anfang dieser Reihe erwähnten Herren, reagirte auf das Ozon Herr E. Fischer, wenn auch die in der Rückenlage angestellten Versuche weniger deutliche Resultate lieferten.

33. Versuch.

Herr cand. med. Ernst Fischer, 20 Jahre alt, nahm beim ersten Ozonisirungsversuche die Rückenlage ein. Die sonst bei derartiger Versuchsanordnung gebrauchte Gesichtsmaske kam hier nicht zur Anwendung, sondern die Zuleitungsröhre befand sich senkrecht etwa 5 ctm. oberhalb der Inspirationsöffnungen der Versuchsperson. Der mittelstarke Ozonstrom hatte nach 10 Minuten nur Schwere der Lider hervorgerufen, auch nach 15 Minuten war ausserdem keine andere Wirkung zu constatiren, als ein geringer Hustenreiz, der noch kurze Zeit nach der Unterbrechung des Stromes andauerte.

34. Versuch.

Herr F. wiederholte in Rückenlage, aber mit vorliegender Gesichtsmaske die Einathmung des Ozons. Beginn 10 h 35'. 10 h 39' lächelte er mehrmals. Auf die Frage, warum er lache, erfolgte etwas träge die Antwort: „Es ist ein angenehmes Gefühl, weshalb, weiss ich nicht." 10 h 40' sagte er: „Es ist mir so heiss, besonders in den Fingern." Die Hand liess jedoch objektiv keine Veränderung der Blutfülle wahrnehmen. 10 h 41' Schluss der Lider. 10 h 42' angerufen: „Wie gehts Ihnen?" antwortete er: „Ganz gut, ich schlafe nicht, bin aber sehr schläfrig." Eine 10 h 43' zufällig eingetretene Unterbrechung des Stromes hatte vollständiges Erwachen binnen etwa 15 Sekunden zur Folge. Die Ozonzuleitung wurde darauf erneuert. Da aber nach 2 Minuten der Inductionsapparat abermals stille stand, so wurde der Versuch abgebrochen. Nach dem Aufstehen beschrieb Herr F. ein eigenthümliches Gefühl von Benommenheit des Kopfes, „so etwa als ob das Gehirn die Schädelhöhle erweitern wolle". Ausserdem

war trotz 9stündigen guten Schlafes in der vergangenen Nacht in den Gliedern noch nach einer Stunde eine gänzlich ungewohnte Schwere vorhanden.

Besser noch gelungen und in allen einzelnen Erscheinungen prägnanter waren die 3 mit demselben Herrn in sitzender Stellung vorgenommenen Untersuchungen.

35. Versuch.

Herr F. sass etwa 10 ctm. von der Zuflussröhre entfernt. Bereits 3 Min. nachdem ozonisirte Luft eingeathmet worden war, konnte man in den verschiedensten Parthien des Gesichtes Muskelcontractionen, besonders energisch an den Musc. orbicul. oculi et corrugat. supercil. bemerken. Aufgefordert, dieselben zu unterdrücken, erklärte Herr F. dazu nicht im Stande zu sein. Gleichzeitig schien die Hautsensibilität wesentlich erhöht zu sein (cf. Nr. 7), indem bei ganz leisen Berührungen des Gesichtes mit dem Finger oder etwa durch eine Fliege sehr kräftige Bewegungen erfolgten. Nach 6 Min. waren die Lider fest geschlossen und augenscheinlich grosse Schwere des Kopfes vorhanden, die sich durch beständiges Nicken mit demselben deutlich aussprach. Der ganze Eindruck, den man von der Versuchsperson nach etwa 8 Min. empfing, war der, wie bei beginnendem Schlafe. Diese objektiv beobachteten Thatsachen wurden nach dem Versuche durch Herrn F.'s subjektive Wahrnehmungen bestätigt, indem derselbe nach 10 Min. unter mehrmaligem Gähnen und Dehnen aufwachte und angab, dem Einschlafen sehr nahe gewesen zu sein. Die darauf noch 5 Min. fortgesetzte Ozonathmung hatte keinen weiteren Erfolg mehr, als dass wieder die zu Anfang verzeichnete, hochgradige Hyperästhesie auftrat. — Nachträglich stellte sich noch Gefühl von Wundsein in der Brust ein, welches den Nachmittag über anhielt; während des Versuches war von solchen Reizerscheinungen keine Spur bemerkt worden.

36. Versuch.

Die Ozonentwickelung war kräftig, der Inductor wurde von 3 Grove'schen Elementen versorgt. Schon nach wenigen Minuten begannen die Augenlider zu sinken und es wurde über Schwere derselben, sowie über grosse Ermüdung geklagt. Nach 10 Min.,

wo die Kette unterbrochen wurde, war ausser Eingenommenheit des Kopfes keine abnorme Empfindung zu verzeichnen.

37. Versuch.

In diesem letzten, mit Herrn F. angestellten Versuche, der auf eine halbstündige Dauer ausgedehnt wurde, wiederholten sich alle früheren Beobachtungen in recht klarer und präciser Weise. 7 Min. nach Beginn der Ozonathmung gab Herr F. an, „etwas duselig zu sein". Darauf schloss er die Lider und liess dann den Kopf allmählich immer tiefer sinken, sodass er zuletzt nicht mehr im Strom der ozonisirten, sondern in rein atmosphärischer Luft athmete. Er erwachte dadurch sehr bald, schaute verwundert um sich, ganz wie ein aus tiefem Schlafe Erwachender, welcher die Traumbilder, die ihn zuletzt beschäftigten, mit der ihn plötzlich umgebenden Wirklichkeit in Einklang zu bringen sucht. — Subjektiv wurde jetzt auch wieder grosse Hitze empfunden. Nachdem darauf weitere 5 Min. die Athmung ozonisirter Luft fortgesetzt worden war, bedurfte es erst einer mehrmaligen Anrede, um den anscheinend wieder im Halbschlafe Befindlichen zum Oeffnen der Lider und zu einer Antwort zu veranlassen. Nach mehrfachem Gähnen gab er dann an, „das Gefühl eines gelinden Katzenjammers zu haben". — Da bei dieser Versuchsperson wiederholt die Beobachtung gemacht worden war, dass ihre Respirationswege gegen das Ozon von sehr geringer Empfindlichkeit seien, so veranlasste ich jetzt Herrn F., sich der ozonzuleitenden Röhre auf etwa 10 ctm. zu nähern. Er schloss dadurch auch sehr bald die Lider, nickte mehrmals, wie ein im Sitzen Schlafender mit dem Kopfe und stützte denselben dann mit beiden Händen. Inzwischen war aber der vorher schon zu andern Zwecken benutzte elektrische Strom zu schwach und dadurch auch die Ozonquantität zu gering geworden. Die eben beschriebenen Erscheinungen verschwanden allmählich und Herr F. empfand nur noch eine geringe Müdigkeit, sonst aber keinerlei Abnormes.

Wenn nach den bis dahin mitgetheilten Versuchen die in denselben oft wiederholten Beobachtungen als unzweifelhaft sichergestellt betrachtet werden durften, so glaubte ich doch zum Schlusse mich auch persönlich d. h. subjektiv von der Wirkung

des Ozons überzeugen bezw. meine eigene Empfänglichkeit für dasselbe prüfen zu müssen.

38. Versuch.

Der erste dieser Versuche wurde in Rückenlage angestellt und erstreckte sich über eine halbe Stunde. Ich empfand während dieser ganzen Zeit das leichtere Heben des Thorax, äusserte aber anderseits auch gleich zu Anfang gegenüber einem anwesenden Herrn, dass, wenn meine Reactionsfähigkeit für das Gas keine ausserordentlich gute sei, ein depressorischer Einfluss auf das Gehirn sich schwerlich bei dieser Anordnung werde geltend machen. Ich bin nämlich gewohnt, mit ziemlich stark erhöhtem Kopfe zu schlafen; und wenn auch hier der Kopf etwas den übrigen Körper überragte, so gewahrte ich doch sehr bald das unangenehme Gefühl, welches ich stets bei nahezu oder vollständig horizontaler Lage in Folge der Hyperämie der Schädelhöhle empfinde. Meine Vermuthung bestätigte sich, da am Schlusse ausser einigem Hüsteln nichts Besonderes bemerkbar wurde.

Dieser Misserfolg bestimmte mich, die folgenden Versuche in sitzender Stellung zu unternehmen.

39. Versuch.

Da mir schon beim ersten Versuche die ziemlich grosse Reizbarkeit meiner Luftwege durch das Ozon nicht entgangen war, so entfernte ich mich 40 ctm. von der Oeffnung der ozonzuführenden Glasröhre und athmete ausserdem beständig durch die Nase, da auf diese Weise weniger leicht eine zu grosse Ozonmenge direkt in die Respirationsorgane gelangen konnte, als bei Einathmung durch den Mund. Das beständig durch den Geruch deutlich wahrnehmbare Gas erzeugte sogleich eine subjektive Erleichterung der Athmung, und ich wurde dabei unwillkürlich an das äusserst behagliche und angenehme Gefühl erinnert, welches ich an den Salinen und Gradirwerken in Badeorten stets empfunden. Allmählich gerieth ich unmerklich in eine Art von Halbschlaf, aus welchem ich nach etwa 10 Min. durch ein plötzliches und rasches Oeffnen der Thüre emporgeschreckt wurde. Von da ab bestand anhaltend Schwere des Kopfes, ich musste wiederholt gähnen und fühlte eine allgemeine

Müdigkeit, welche mich unter andern Umständen wahrscheinlich veranlasst hätte, ein Ruhelager aufzusuchen. — Es wurde diesmal die Athmung der ozonisirten Luft auf eine Stunde ausgedehnt, nach deren Ablauf mir genau wie beim Erwachen aus regulärem Schlafe zu Muthe war, während ich unangenehme Nachwirkungen in keiner Weise wahrnehmen konnte.

40. Versuch.

Der Ausflussöffnung versuchte ich mich auf 30 ctm. zu nähern, der Kautschukballon wurde diesmal von einem Andern gehandhabt. Das Gefühl von erleichterter Athmung und später von Ermüdung war auch hier sehr bald vorhanden, und nach 20 Min. soll ich mehrmals mit dem Kopfe genickt haben, wie mir von einem Anwesenden nach Schluss des Versuches berichtet wurde; ich selbst hatte davon nichts bemerkt. Dagegen war mir während des ganzen Versuches ein leichtes Frösteln auffallend, während das im Zimmer befindliche Thermometer 18° C. zeigte. Nach halbstündiger Dauer begann bei tiefer Inspiration durch den Mund leichtes Kratzen im Halse aufzutreten, weshalb ich sofort den Dubois'schen Schlüssel schliessen liess.

41. Versuch.

Bei einer 40 Min. langen Dauer der Ozonathmung wurde kein von den früheren abweichendes Resultat erzielt: häufiges Gähnen, Schwere des Kopfes und der Augenlider, sowie eine unverkennbare Neigung zum Schlafe während des ganzen Versuches wurden auch hier nicht vermisst. Trotz des nicht sehr starken Stromes trat doch nach Abschluss des Versuches einige Mal etwas Hüsteln auf.

Um festzustellen, ob nicht in zufällig durch die angewandte Versuchsanordnung selbst herbeigeführten Umständen die Ursache der als Ozonwirkung bisher beschriebenen Beobachtungen zu suchen sei, wurde diesem Versuche nach kurzer Zeit ein gleich lange dauernder Controlversuch angeschlossen, wo das Schnurren des Ruhmkorff'schen Inductors, das Anblasen durch den Ventilator, überhaupt alle obigen Bedingungen bestehen blieben mit der einzigen Modification, dass der elektrische Strom nicht zum

Kolbe'schen Apparat geleitet wurde, d. h. also, dass statt ozonisirter reine atmosphärische Luft mir entgegen ventilirt wurde. — Es liess sich hier am Schlusse keinerlei Aenderung gegenüber dem Befinden vor Beginn des Versuches constatiren.

42. Versuch.

Ausser der Bestätigung der früheren Erscheinungen wurde das Verhalten der Körpertemperatur, sowie der Respirations- und Pulsfrequenz während einer halbstündigen Ozonathmung zu bestimmen gesucht. 12 Uhr Anfang. Temp. in der Achselhöhle 36,3° C. Während des Versuches fehlten die früher beobachteten Erscheinungen nicht: Müdigkeit, Schwere des Kopfes und der Augenlider, Gähnen und leichtes Frösteln. 12 h 25′ begann mehrmaliges Hüsteln, welches sich rasch und heftig steigerte, so dass 12 h 30′ der Versuch sistirt werden musste. Die Temperatur betrug jetzt 36,6°. Ob auf diese geringe Steigerung die vorausgegangenen, kräftigen Hustenparoxysmen von Einfluss gewesen, vermag ich nicht zu entscheiden. — Es ist demnach nach den bis jetzt vorliegenden Thatsachen ein Urtheil über das Verhalten der Körpertemperatur bei Einathmung von Ozon nicht möglich. — Dass übrigens in der nächsten Viertelstunde noch mehrmalige starke Hustenanfälle auftraten, kann hier wenig wunderbar erscheinen, weil ich seit ein paar Tagen an Bronchialcatarrh litt.

43. Versuch.

Während der ersten Minuten war mein Befinden in der Ozonatmosphäre ein durchaus behagliches; bald fanden sich Benommenheit und Ermüdung ein, wie vor dem gewöhnlichen Einschlafen, während gleichzeitig aber Kratzen im Halse auftrat, welches nicht nur die psychische Depression verscheuchte, sondern auch so starke Hustenanfälle hervorrief, dass die Unterbrechung des Stromes nöthig wurde. Nach 10—15 Min. nach Abschluss dieses Versuches war eine allgemeine Gliederschwere vorhanden, etwa so, als wenn man nach wenigen Stunden Schlafes während der Nacht aufzustehen gezwungen ist.

Anmerkung. Nicht nur der Mensch und die Wirbelthiere werden von dem Ozon angegriffen, sondern auch Thiere niederer Art. Ich glaube

sogar beobachtet zu haben, dass bei ihnen dasjenige, was man Schlaf oder Narcose nennt, ganz besonders schön beim Ozon gezeigt werden kann.

Zwei Stubenfliegen wurden unter einer Glasglocke zunächst mit Luft, dann mit Ozon angeblasen. Erstere belästigte sie durchaus nicht, sobald aber die Luft Ozon enthielt, wurden sie unruhig, liessen sich nach sechs Minuten auf den Boden fallen, schlugen stark mit den Flügeln und waren nach einer weiteren halben Minute völlig regungslos. Jetzt erhielten sie wieder atmosphärische Luft, unter deren Einfluss die eine sich allmählich erholte, wenn sie auch nach fünf Minuten noch nicht fliegen konnte. Die andere bedeutend grössere war todt.

Eine Fliege und zwei Spinnen unter der Glocke. Bis zur achten Minute keine Aenderung in den Bewegungen der Fliege, dann wurde sie träge und hing zwei Minuten später schlaff an der Wand, und liess sich fallen. Als nun durch Aufheben der Glocke frische Luft zugelassen wurde, flog sie sofort auf. Auch die Spinnen, welche sichtlich träge geworden waren, wurden wieder munter.

Wenn auch die genannten Arthrozoen kein Gehirn in unserm Sinne haben, so ist doch die lähmende Einwirkung, welche das Ozon auf ihre Ganglienknoten ausübt, höchst deutlich, und die Retablirung durch die Luft wieder ebenso klar wie beim Menschen.

Solche Versuche, eingehend wiederholt, bringen in die Sache vielleicht deshalb mehr Licht, weil wir es bei diesen Thieren mit einfacheren Verhältnissen zu thun haben, wozu schon die Abwesenheit des rothen Blutes gehört.

Kurze Zusammenstellung.

Fassen wir nun zunächst die Resultate der einzelnen Versuche kurz zusammen, so ergibt sich Folgendes: Von 43 bei zwölf verschiedenen Personen angestellten Versuchen haben ein mit Rücksicht auf diese Untersuchungen ganz negatives Ergebniss nur 7; hiervon wieder 4 (No. 15, 17, 22, 38) bei solchen Herren, welche in andern Versuchen deutlich Beeinflussung hatten erkennen lassen, die also durch irgend ein zufälliges Ereigniss, meist zu starken Ozonstrom, abnorm reagirten, wenn ich so sagen darf. Die übrigen 36 zeigten alle eine ausgesprochene Einwirkung des Ozons auf die Nervencentra, und zwar fehlten unter den verschiedenen Zeichen dieser Art das der Gehirndepression nur in 4 Versuchen (No. 23—26 incl.), nämlich denen mit Herrn Dr. Stricker, bei welchem dagegen die Zeichen motorischer Erregung sehr augenfällig waren. Von den 12 Versuchspersonen

wurden jegliche Zeichen von Einfluss des Ozons auf die Nervencentra nur bei dreien vermisst, nämlich den Herren Hülshoff, Buchfeld und Winnacker, während sehr gut auf das Gas reagirten d. h. bis zum Einschlafen durch dasselbe gebracht werden konnten ebenfalls drei, die Herren Dr. Schulz, Dr. Watts und Fischer. Natürlich können wegen der verhältnissmässig geringen Zahl der Untersuchten Berechnungen, ein wie grosser Procentsatz überhaupt für Ozon empfänglich ist, nicht angestellt werden, wenigstens nicht, wenn auch nur auf annähernde Richtigkeit der gefundenen Werthe Anspruch gemacht werden soll. Ebenso unzulässig wäre es, nach dem Vorliegenden einen Schluss auf die günstigste Versuchsanordnung machen zu wollen, ob also die liegende oder sitzende Stellung zu bevorzugen sei, da ja von den verschiedenen Personen in den beiden Lagen eine durchaus verschiedene Zahl von Versuchen vorliegt. Von den 43 Versuchen sind z. B. 25 im Liegen, 18 im Sitzen angestellt. In den 19 Versuchen, welche bei den Herren Dr. Schulz, Dr. Watts und Fischer, also den am meisten für Ozon empfänglichen Herren zusammen angestellt wurden, nahm 11 mal die Versuchsperson die Rückenlage ein. Daraus im Allgemeinen zu Gunsten der letzteren entscheiden zu wollen, wäre begreiflicher Weise ein Trugschluss.

Unzweideutig scheint mir aus diesen Untersuchungen nun vor Allem zweierlei hervorzugehen: 1) dass das Ozon in mässiger Verdünnung keineswegs zu den irrespirabeln Gasen gehört und 2) dass die bisherige Annahme, das Ozon könne, da es in den ersten Wegen zerstört werde, unmöglich irgend eine Wirkung ausser seiner bekannten toxischen haben, in so absoluter Fassung jedenfalls nicht richtig ist. — Denn dass das Ozon, wenn eben die Quantität nicht zu gross war — und das ist ja bei allen diesen Untersuchungen vorausgesetzt — nicht blos ohne Reizerscheinungen eingeathmet werden kann, sondern sogar die Athmung sehr behaglich macht, das hat wenigstens die Mehrzahl der Herren, welche sich an den Versuchen betheiligten; bestätigt.

Die zweite Ansicht aber, dass ozonisirte Luft wirklich einen Einfluss, speciell auf das Gehirn auszuüben im Stande sei, beweisen die meisten der mitgetheilten Beobachtungen. Unter 12 Personen war doch jedenfalls eine mehr oder weniger ausge-

sprochene Depression des Gehirns, die bei 3 sich zu vollständigem Schlaf steigern liess, unverkennbar bei 8 vorhanden. Auch die in den verschiedensten Versuchen angegebenen Temperaturparästhesien, welche bei einigen als Frösteln, bei andern als Hitzegefühl sich geltend machten, scheinen mir nur durch die Annahme einer Einwirkung auf die nervösen Centren ihre Erklärung zu finden. Desgleichen lassen sich die bei 4 Personen beobachteten Muskelzuckungen, welche die betreffenden nicht zu unterdrücken im Stande waren, doch nur durch cerebrale Beeinflussung erklären. Denn diese sowohl, als die vorher genannten abnormen Temperaturempfindungen waren nie zu sehen, wenn man den Ozonstrom auf eine beliebige Stelle der Körperoberfläche wirken liess. — Die Symptome motorischer Erregung zeigte am deutlichsten Herr Dr. Stricker, bei welchem sich ein depressorischer Einfluss nicht hatte wahrnehmen lassen; also auch diese Person war durchaus nicht unempfänglich für das Ozon, wenn auch nur eine Kategorie der Ozonwirkungen bei ihm in die Erscheinung trat. Ob die aufgenommene Ozonmenge zur Hervorbringung der übrigen zu gering war, vermag ich nicht zu entscheiden. Der eine Umstand kommt ja bei allen Versuchen stets in Rechnung, in welchem Grade die Reizbarkeit der Luftwege in den Vordergrund tritt. Dass sich in dieser Beziehung die verschiedenen Personen ausserordentlich verschieden verhalten, davon habe ich genügend mich zu überzeugen Gelegenheit gehabt. Ich brauche z. B. nur an den ausserordentlichen Unterschied zwischen Herrn Fischer und mir zu erinnern. Ersterer konnte ohne Unbehagen längere Zeit einen Ozonstrom athmen, der bei mir selbst in allerkürzester Frist sehr energische Reizsymptome zur Folge hatte. Sobald aber derartige Erscheinungen einmal vorhanden oder auch nur im Anzuge sind, gelangen, wenigstens bei nur mittelmässig auf Ozon reagirenden Personen, die Depressionssymptome nicht zur Entwickelung. Ueberhaupt scheint mir hier ein sehr enger Zusammenhang zu bestehen, und jedenfalls der Haupt-, wenn nicht der einzige Factor, von welchem das Auftreten der Gehirndepression abhängt — von Nebenumständen natürlich abgesehen — die jedesmalige Reizbarkeit der Respirationswege der Versuchsperson zu sein. Bei allen diesen Versuchen nämlich habe ich erfahren, dass je geringer jene war,

um so leichter der narcotisirende Einfluss des Ozons zur Geltung kam, augenscheinlich doch nur deshalb, weil eben dann mehr Ozon aufgenommen werden konnte.

Das Eine möchte ich hier demjenigen empfehlen, welcher sich persönlich die mitgetheilten Beobachtungen zur Anschauung bringen will, dass er, sobald Irritationssymptome auch nur leichten Grades auftreten, bevor irgend etwas anderes zur Wahrnehmung gelangte, den betreffenden Versuch sofort abbreche, da sich mit ziemlicher Sicherheit in allen diesen Fällen ein negatives Resultat voraussagen lässt. Damit ist dann noch keineswegs die Unempfänglichkeit der betreffenden Person für das Ozon entschieden, sondern nach dem vollständigen Verschwinden jeglichen Reizes ist empirisch eine derartige Stromstärke festzustellen und zu benutzen, dass möglichst viel Ozon aufgenommen werde, ohne dass dasselbe irritirend wirkt.

Und so möchte ich denn auch glauben, dass bei den Herren Hülshoff, Buchfeld und Winnacker, mit welchen nur je ein Versuch angestellt werden konnte, vielleicht relativ zu starke Ströme zur Anwendung kamen, und die Möglichkeit, dass bei späterer Wiederholung der Versuche Zeichen seelischer Depression aufgetreten wären, kann zunächst ebenso wenig in Abrede gestellt, als das Gegentheil wahrscheinlich gemacht werden.

Schwierig zu beantworten ist nach den bisherigen Untersuchungen die Art und Weise dieser Wirkung des Ozons. Eine durchaus plausibele Erklärung ist von Binz[1]) gegeben. Derselbe sagt unter Anderem Folgendes: „Das Stickoxydul (N_2O) gibt unter Umständen seinen Sauerstoff an oxydirbare Körper ab und zerfällt in N_2+O. Das Ozon (O_3) zerfällt beim Oxydationsvorgang in der nämlichen Weise, es wird O_2+O. Jene zwei Stickstoffatome sind indifferent für den Organismus, ebenso hier die beiden gebundenen Sauerstoffatome. Dort wie hier also haben wir mit den ungebundenen, ungesättigten, zweiwerthigen Einzelatomen zu rechnen; nur dass sie beim Stickoxydul weniger rasch sich abspalten und demnach in grösserer Menge an das Gehirn herankommen, ohne vorher die Luftwege anzugreifen."

„Im Uebrigen kann auch so die specifische Wirkung noch

1) Berliner klinische Wochenschrift 1882, Nr. 1 und 2.

zweifacher Art sein. Entweder ändert das Ozon, beziehentlich sein nascirender Sauerstoff, etwas am Blut, wodurch dieses dann, so etwa wie Kohlenoxydblut, die Centren beeinflusst; oder das Ozon wird nicht rasch und gründlich genug in den Luftwegen und im Blute zerlegt, um doch noch eine genügende Anzahl von Molekülen O_3 an das Gehirn und andere innere Theile frei heranzubringen."

Wenn diese Erklärung einstweilen auch nur als Theorie angesehen werden kann, so trägt sie doch zum Verständniss der Ozonwirkung auf das centrale Nervensystem wesentlich bei, und sie hat auch einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit für sich, da die beiden mit einander verglichenen Körper bei verwandter Wirkung sich, wenigstens ausserhalb des Organismus, auch in derselben Weise spalten.

Eine im Laufe dieser Studien oft constatirte Beobachtung möchte ich noch hervorheben, die vielleicht auf einen practischen Werth dieser Untersuchungen einige Aussicht bieten könnte. Die von der Mehrzahl der Versuchspersonen hervorgehobene Erleichterung der Respiration lässt einen Einfluss der ozonisirten Luft auf gewisse Erkrankungen der Athmungsorgane, speciell des Asthma, auch des Emphysem vermuthen. Sollte sich hier eine günstige Wirkung bemerkbar machen, so würde dies jedenfalls ein nicht zu unterschätzender Vortheil für zahlreiche Kranke sein und für die Therapie einzelner hartnäckiger Erkrankungen des Respirationssystems neue Gesichtspunkte liefern und neue Bahnen eröffnen. Wenn ich auch vor der Hand diesen Dingen noch keine hohe practische Bedeutung zumessen möchte, so ist doch eine experimentelle Prüfung der Sache nahe gelegt und dringend zu wünschen.

Vorläufig ist als Hauptfrucht der vorstehenden Untersuchungen zweierlei zu bezeichnen: 1. die Rehabilitirung verdünnten Ozons als eines respirabeln und auf das Nervensystem noch wirkenden Gases; 2. der Ausblick auf eine naturwissenschaftliche Erklärung des künstlichen Schlafesund der Narcose durch Schlafmittel (Stickoxydul, Chloroform, Chloralhydrat, Bromkalium, Jodoform).

Am Schlusse dieser Arbeit angelangt, bietet sich mir die erwünschte Gelegenheit, Herrn Prof. Binz, in dessen Laboratorium und unter dessen Leitung ich die vorliegenden Versuche anstellen durfte, für seine freundliche Unterstützung meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Auch verfehle ich nicht, Herrn Prof. Schulz für manchfache werthvolle Hülfeleistung bestens zu danken. Endlich fühle ich mich auch noch allen denjenigen Herren zu Dank verpflichtet, welche sich zu den vorstehenden Experimenten bereitwilligst zur Verfügung stellten.

Lebenslauf.

Verfasser, August Meyer, katholischer Confession, bin am 10. Sept. 1860 geboren zu Schönecken (Reg.-Bez. Trier), wo mein Vater noch heute als practischer Arzt lebt, während meine Mutter mir am 2. Jan. 1879 durch den Tod entrissen wurde. Nach genossener Elementarbildung in meiner Heimath besuchte ich $5^1/_2$ Jahre lang das Progymnasium zu Prüm, darauf 2 Jahre die Prima des Gymnasiums zu Münstereifel. Von dort Ostern 1879 mit dem Zeugnisse der Reife entlassen, wurde ich am 1. Mai desselben Jahres in das Album der medicinischen Facultät der Universität zu Bonn eingetragen und gehörte dieser seither ununterbrochen an. Am 24. Februar 1881 bestand ich das Tentamen physicum und am 23. Febr. 1883 das Examen rigorosum. Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren und Docenten: Binz, Bischoff, Burger, Busch, Clausius, Doutrelepont, Finkler, v. Hanstein, A. Kekulé, Koester, v. Leydig, Madelung, W. Nasse, Nussbaum, Obernier, Pflüger, Rühle, Saemisch, Schaaffhausen, Schulz, Trendelenburg, v. la Valette St. George, Veit, Walb, Zuntz.

Allen diesen hochverehrten Lehrern meinen herzlichsten Dank. Ganz besonderen Dank schulde ich Herrn Prof. Dr. Binz, durch dessen Güte ich zwei Semester die zweite Assistentenstelle am pharmakologischen Institut bekleiden durfte.

Thesen.

1) Stickoxydul (N_2O) wirkt auf das Gehirn durch Abspaltung seines einen O-Atoms.
2) Unheilbare Geistesstörung ist kein Ehescheidungsgrund.
3) Endocarditis und Myocarditis sind durch Embolien bedingt.
4) Für eine Wirkung des minimalen Jod- und Bromgehaltes unserer Mineralquellen liegt bis jetzt kein Beweis vor.
5) Die Conjunctivitis follicularis und granulosa können nicht mit einander identificirt werden.

Opponenten.

Karl Bohland, Cand. med.
Ernst Fischer, Drd. med.
Edward Hertzberg, Cand. med.